

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-312570

(43) 公開日 平成11年(1999)11月9日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	F I	
H 0 5 B 3/18		H 0 5 B 3/18	
H 0 1 L 21/324		H 0 1 L 21/324	K
		21/68	N
H 0 5 B 3/00	3 1 0	H 0 5 B 3/00	3 1 0 D

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平10-118947

(22) 出願日 平成10年(1998)4月28日

(71) 出願人 000006633

京セラ株式会社

京都府京都市伏見区竹田島羽殿町6番地

(72) 発明者 大江 純司

鹿児島県国分市山下町1番1号 京セラ株式会社鹿児島国分工場内

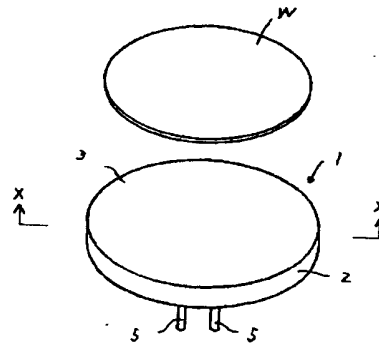
(54) 【発明の名称】 セラミックヒータ

(57) 【要約】

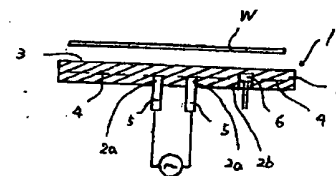
【課題】 200℃以上の温度域においてもセラミックヒータ1の温度を熱電対等の温度検出手段6によって正確に測温できるようにする。

【解決手段】 アルミナ、窒化アルミニウム、窒化珪素、窒化硼素のうちいずれか1種を主成分とし、炭素含有量が500ppm以下であって、かつ200℃以上の温度域における体積固有抵抗値が $10^8 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上である絶縁性のセラミックスからなるセラミック体2中に抵抗発熱体4を埋設するとともに、上記セラミック体2の一主面を載置面3とし、該載置面3以外の表面に上記載置面3の温度を測定する温度検出手段6を内挿してセラミックヒータ1を構成する。

(a)



(b)



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】抵抗発熱体を埋設してなるセラミック体の一主面を被加熱物の載置面とし、該載置面以外の表面上記載置面の温度を測定する温度検出手段を内挿してなるセラミックヒータにおいて、上記セラミック体が、アルミナ、窒化アルミニウム、窒化珪素、窒化硼素のいずれかを主成分とし、炭素含有量が500ppm以下であって、かつ200℃以上の温度域における体積固有抵抗値が $10^8 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上のセラミックスより成るセラミックヒータ。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、熱電対などの温度検出手段を備えてなるセラミックヒータに関し、特に、CVD、PVD、スパッタリングなどの成膜装置やエッチング装置に用いられるセラミックヒータ、その中でも半導体製造装置用セラミックヒータとして好適なものである。

【0002】

【従来の技術】従来、半導体装置の製造工程では、半導体ウエハ（以下、ウエハと称す。）に薄膜を形成するPVD、CVD、スパッタリング等の成膜装置や微細加工を施すエッチング装置において、ウエハを支持しつつ所定の処理温度に加熱するためにセラミックヒータが使用されている。

【0003】この種のセラミックヒータとしては図5(a)(b)に示すように、円盤状をしたセラミック体12中に抵抗発熱体14を埋設してなり、上記セラミック体12の上面をウエハ等の被加熱物Wを保持しつつ加熱するための載置面13とし、上記セラミック体12の下面に前記抵抗発熱体14へ通電するための給電端子15を接合したものがあつた。そして、上記載置面13にウエハWを載置し、抵抗発熱体14に通電して発熱させることにより被加熱物Wを所定の処理温度に加熱するようになっていた。

【0004】また、各種処理精度は被加熱物Wの温度と密接な関係があるため、上記セラミック体12中には下面より熱電対などの温度検出手段16を内挿してあり、該温度検出手段16によって載置面13の温度を測定し、その測定データに基づいて被加熱物Wの温度が常に一定となるように抵抗発熱体14への通電量を制御するようになっていた（特開平6-176855号公報参照）。

【0005】また、成膜装置やエッチング装置で使用されるセラミックヒータ11は、腐食性の高いハロゲン系ガスやプラズマに曝されることから、上記セラミック体12はハロゲン系ガスやプラズマに対して優れた耐蝕性及び耐プラズマ性を有するセラミックスにより形成する必要があり、アルミナ、窒化珪素、窒化アルミニウムを主成分とするセラミックスが用いられていた。

【0006】そして、近年、ウエハサイズの大形化に伴いセラミックヒータ11もますます大きくなり、このようなセラミックヒータ11の製造は例えば、抵抗発熱体14をなす金属線を各種セラミック粉体中に埋設し、ホットプレス法にて焼結一体化することにより抵抗発熱体14を埋設してなる円盤状のセラミック体12を製作するか、あるいは各種セラミック原料からなるグリーンシート上に、抵抗発熱体14をなす導体ペーストを所定の発熱パターンに印刷したあと、該発熱パターンを別のグリーンシートで覆ってグリーンシート積層体を形成し、該グリーンシート積層体を予備焼成したあと熱間静水圧プレス（HIP）法にて焼結一体化することにより抵抗発熱体14を埋設してなる円盤状のセラミック体12を製作し、これらの方法により得られたセラミック体12の一方の主面に研磨加工等を施して載置面13を形成するとともに、他方の主面に抵抗発熱体14に連通する2つの凹部12aと、載置面13の近傍まで伸びる凹部12bをそれぞれ穿設し、凹部12aには給電端子15を接合し、凹部12bには温度検出手段16を接続することにより製造されていた。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】ところが、上記セラミックヒータ11を200℃以上の温度に発熱させると、温度検出手段16からの測定データに異常が発生し、載置面13の温度を正確に安定して測定できないといった課題があつた。その為、このようなセラミックヒータ11を用い、200℃以上の温度で被加熱物Wに成膜処理を施すと、載置面13を所定の温度に安定して発熱させることができないために膜質や厚みが成膜毎に異なり、また、被加熱物Wにエッチング処理を施すと、エッチング処理毎に加工深さが異なるというように安定した成膜処理やエッチング処理を施すことができなかった。

【0008】そこで、本件発明者は200℃以上の温度域において温度検出手段16からの測定データに異常が発生する原因について研究を重ねたところ、セラミック体12を構成するセラミックスの体積固有抵抗値がかなり低くなっており、この体積固有抵抗値の低下が温度検出手段16による測定データに異常を発生させることを知見した。

【0009】即ち、セラミックスの体積固有抵抗値は、温度が高くなるにつれて低くなる傾向にあるが、前述したようにホットプレス法やHIP法にて製作したセラミック体12中には焼成雰囲気中の炭素が混入し易く、この炭素量が多いとセラミック体12の体積固有抵抗値を下げ、200℃以上の温度に発熱させると抵抗発熱体14から温度検出手段16に微少な電流が流れ易くなるものと考えられる。そして、温度検出手段16が熱電対である場合、熱電対は異種金属を接合した接点間の温度差によって生じる起電力を電位差計により検出して温度を測定するものであり、例えばK熱電対では、1℃の温度

上昇に対する起電力変化は凡そ $40\mu\text{V}$ と、きわめて微小であった。その為、抵抗発熱体14から数 $\mu\text{A}$ 程度の微小な電流が流れ込むと、熱電対の接点の電位が変化して測定データに異常をもたらす、さらには、熱電対の起電力を測定する電位差計にも流れ込み、実際の温度とは異なる値を示すものと考えられる。

【0010】

【課題を解決するための手段】そこで、本発明は上記課題に鑑み、抵抗発熱体を埋設してなるセラミック体の一面を被加熱物の載置面とし、該載置面以外の表面上記載置面の温度を測定する温度検出手段を内挿してなるセラミックヒータにおいて、上記セラミック体を、アルミナ、窒化アルミニウム、窒化珪素、窒化硼素のうちいずれか1種を主成分とし、炭素含有量が $500\text{ppm}$ 以下であって、かつ $200^\circ\text{C}$ 以上の温度域における体積固有抵抗値が $10^8\Omega\cdot\text{cm}$ 以上である絶縁性のセラミックスにより形成したことを特徴とする。

【0011】

【作用】本発明によれば、セラミックヒータを構成するセラミック体として、 $200^\circ\text{C}$ 以上の温度域においても体積固有抵抗値が $10^8\Omega\cdot\text{cm}$ 以上である絶縁性のセラミックスにより形成してあることから、 $200^\circ\text{C}$ 以上の温度に発熱させても抵抗発熱体から温度検出手段に微小な電流が流れることを防ぐことができるため、温度検出手段による測定データに異常をもたらすことがなく、正確にかつ安定に載置面の温度を測定することができる。

【0012】また、本発明は、上記セラミック体をアルミナ、窒化アルミニウム、窒化珪素、窒化硼素のうちいずれか1種を主成分とする絶縁性のセラミックスにより形成し、上記絶縁性のセラミックス中における炭素含有量を $500\text{ppm}$ 以下としてあることから、 $200^\circ\text{C}$ 以上の温度域においても体積固有抵抗値を $10^8\Omega\cdot\text{cm}$ 以上とすることができ、また、ハロゲン系ガスやプラズマに対して耐食性、耐プラズマ性に優れることから、長期間にわたって使用可能なセラミックヒータとすることができる。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態について説明する。図1(a)は本発明のセラミックヒータの一例を示す斜視図であり、(b)は(a)のX-X線断面図である。

【0014】このセラミックヒータ1は、円盤状をしたセラミック体2からなり、該セラミック体2は、アルミナ、窒化アルミニウム、窒化珪素、窒化硼素のうちいずれか1種を主成分とし、炭素含有量が $500\text{ppm}$ 以下であって、かつ $200^\circ\text{C}$ 以上の温度域における体積固有抵抗値が $10^8\Omega\cdot\text{cm}$ 以上である絶縁性のセラミックスにより形成してある。

【0015】また、上記セラミック体2中には図2

(a)に示すような発熱パターンを有する膜状の抵抗発熱体4を埋設するとともに、上記セラミック体2の上面を被加熱物Wを載置する載置面3とし、上記セラミック体2の下面には上記抵抗発熱体4に連通する2つの凹部2aに給電端子5をロウ付け等の手段でもってそれぞれ接合することにより抵抗発熱体4と電気的に接続してある。なお、上記抵抗発熱体4の発熱パターンとしては、図2(a)に示したものだけに限定されるものではなく、図2(b)に示すような渦巻き状をしたものでも良く、載置面3を均一に発熱させることができるパターン形状であれば良い。また、膜状の抵抗発熱体4だけでなく金属線を用いることもでき、例えば、金属線を用いる場合、スパイラル状に巻線したものを図2(a)(b)に示す発熱パターンの形状に埋設すれば良い。

【0016】また、上記セラミック体2の下面には載置面3の近傍まで連通する凹部2bを穿設してあり、該凹部2b内に熱電対等の温度検出手段6を内挿してある。なお、温度検出手段6を内挿する手段としては、凹部2bの内壁面にネジを切り、温度検出手段6をネジ止めするかあるいは上記凹部2bにガラス等による接着、ロウ付け、ネジ止め、拡散接合などの方法により筒体(不図示)を接合し、該筒体に温度検出手段6をネジ止めやガラス等による接着にて接合すれば良い。また、図1に示す例では、温度検出手段6をセラミック体2の下面に内挿した例を示したが、セラミック体2の側面より内挿したものであっても構わない。

【0017】そして、このセラミックヒータ1の載置面3に被加熱物Wを載置し、抵抗発熱体4に通電して発熱させれば被加熱物Wを所定の処理温度に均一に加熱することができ、 $200^\circ\text{C}$ 以上の温度に発熱させてもセラミック体2の体積固有抵抗値が $10^8\Omega\cdot\text{cm}$ 以上であることから、抵抗発熱体4より微小な電流が温度検出手段6に流れ込むことを防ぐことができるため、上記温度検出手段6によって載置面3の温度を正確に測定することができ、温度検出手段6からの測定データに基づいて被加熱物Wの温度が常に一定となるように抵抗発熱体4に印加する電力を制御することができる。

【0018】しかも、上記セラミック体2は、成膜装置やエッチング装置で使用されるハロゲン系ガスやプラズマに対して優れた耐蝕性と耐プラズマ性を有するアルミナ、窒化アルミニウム、窒化珪素、窒化硼素のうちいずれかを主成分とするセラミックスからなるため、長期間にわたって使用可能なセラミックヒータ1とすることができる。特に窒化アルミニウムや窒化硼素を主成分とするセラミックスは上記セラミックスの中でも優れた熱伝導率を有することから、セラミックヒータ1の昇温、冷却速度を高めることができるとともに、被加熱物Wをより均一に加熱することができる。

【0019】ところで、アルミナ、窒化アルミニウム、窒化珪素、窒化硼素のうちいずれか1種を主成分とし、

炭素含有量が500ppm以下である絶縁性のセラミックスとしては、アルミナ、窒化アルミニウム、窒化珪素、窒化硼素のうちいずれか1種を主成分とし、炭素含有量が500ppm以下であるとともに、助剤成分として導電性を示さない成分を含有した絶縁性のセラミックスを用いることができる。

【0020】例えば、アルミナを主成分とする絶縁性のセラミックスにあっては、アルミナの含有量が98重量%以上、好ましくは99重量%以上、さらに好ましくは99.5重量%以上であって、他の助剤成分としてSiO<sub>2</sub>、MgO、CaO、TiO<sub>2</sub>等の焼結助剤を含有したもの、窒化アルミニウムを主成分とする絶縁性のセラミックスにあっては、窒化アルミニウムの含有量が91重量%以上、好ましくは99重量%以上、さらに好ましくは99.8重量%以上であって、他の助剤成分としてY<sub>2</sub>O<sub>3</sub>やErなどの希土類元素の酸化物を含有したものをを用いることができる。また、窒化珪素を主成分とする絶縁性のセラミックスにあっては、窒化珪素の含有量が90重量%以上、好ましくは95重量%以上、さらに好ましくは98重量%以上であって、他の助剤成分としてAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>とY<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を含有したもの、窒化硼素を主成分とする絶縁性セラミックスにあっては、窒化硼素の含有量が95重量%以上、好ましくは98重量%以上、さらに好ましくは99重量%以上であって、他の助剤成分としてB<sub>2</sub>O<sub>3</sub>等を含有したものをを用いることができる。

【0021】また、実質的にアルミナ、窒化アルミニウムのうちいずれか1種のみからなり、残部が500ppm以下の炭素とその他の不純物からなる絶縁性のセラミックスを用いることもでき、このようなセラミックスとしては、アルミナや窒化アルミニウムの含有量が99.8重量%以上のものをを用いれば良い。特に窒化アルミニウムの含有量が99.8重量%以上である高純度窒化アルミニウムセラミックスを用いれば、高熱伝導率に優れるとともに、粒界層が少なく耐蝕性及び耐プラズマ性に極めて優れることからセラミック体2として好適である。

【0022】そして、これら絶縁性のセラミックス中における炭素の含有量は500ppm以下であることが重要である。

【0023】即ち、炭素含有量が500ppmより多くなると、200℃以上の温度域における絶縁性セラミックスの体積固有抵抗値が10<sup>8</sup>Ω・cm未満となり、温度検出手段6によって正確な温度測定ができなくなるからである。

【0024】一方、上記セラミック体2内に埋設する抵抗発熱体4としては、タングステン(W)、モリブデン(Mo)、ニッケル(Ni)、白金(Pt)、金(Au)、銀(Ag)などの金属やこれらの合金、あるいは周期律表第4a、5a族元素の窒化物や炭化物等を用い

ることができ、セラミック体2を構成する絶縁性のセラミックスとの熱膨張差が小さいものを選択的に用いれば良い。

【0025】また、給電端子5を構成する材質としては、タングステン(W)、モリブデン(Mo)、ニッケル(Ni)、Fe-Co-Ni合金を用いることができ、抵抗発熱体4と同様にセラミック体2を構成する絶縁性のセラミックスとの熱膨張差が小さいものを選択的に用いれば良い。

【0026】このようなセラミックヒータ1を製作するには、前述したセラミック原料に対して溶媒やバインダー等を添加混練して泥漿を製作し、ドクターブレード法などのテープ成形法にて複数枚のセラミックグリーンシートを製作する。そして、数枚のセラミックグリーンシートを積み重ねた上に抵抗発熱体をなす導体ペーストを例えば図2に示す発熱パターンにスクリーン印刷法にて敷設したあと、上記発熱パターンを覆うように残りのセラミックグリーンシートで覆ってグリーンシート積層体を形成する。しかるのち、上記グリーンシート積層体を焼成することにより抵抗発熱体4を埋設してなるセラミック体2を製作するのであるが、この焼成時には窒素及び/又は水素雰囲気中あるいは真空雰囲気中にて焼成したあと、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>粉末、AlN粉末、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>粉末中に埋設した状態で熱間静水圧プレス(HIP)法にて焼結一体化することが必要である。

【0027】即ち、予備焼成したセラミック体2をそのままHIP処理すると、焼成雰囲気中の炭素がセラミック体2中に侵入して200℃以上の温度での体積固有抵抗を低下させてしまうのであるが、上記セラミック粉末中に埋焼きすることで炭素の侵入を防ぎ、200℃以上の温度での体積固有抵抗が10<sup>8</sup>Ω・cm未満となるのを防ぐことができる。

【0028】また、セラミック体2を製作する他の方法としては、各種セラミックスからなる泥漿を乾燥造粒して顆粒を製作し、該顆粒中にスパイラル状に巻線した金属線を図2に示す発熱パターンに埋設し、ホットプレス法にて焼結一体化することにより抵抗発熱体4を埋設してなるセラミック体2を製作することもできる。ただし、このホットプレス法にて焼結一体化する際にもAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>粉末、AlN粉末、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>粉末中に埋焼きした状態で焼結一体化することが必要である。

【0029】そして、これらの方法により得られたセラミック体2の一方の主面に研磨加工等を施して載置面3を形成するとともに、他方の主面に抵抗発熱体4に連通する2つの凹部2aと、載置面3の近傍まで伸びる凹部2bをそれぞれ穿設し、凹部2aには給電端子5をロウ付け等にて接合するとともに、凹部2bには温度検出手段6を接続することにより本発明のセラミックヒータ1を得ることができる。

【0030】次に、本発明の他の実施形態について説明

する。図3は図1(b)とほぼ同様の構造をしたものであるが、載置面3と抵抗発熱体4との間に別の内部電極7を埋設したもので、例えば、この内部電極7を静電吸着用電極とし、上記内部電極7と載置面3上に載置する被加熱物Wとの間に電圧を印加すれば、被加熱物Wと内部電極7との間に誘電分極によるクーロン力や微少な漏れ電流によるジョンソン・ラーベック力を発現させて被加熱物Wを載置面3上に電氣的に吸着固定することができ、また、上記内部電極7をプラズマ発生用電極とし、別に設置されたプラズマ発生用電極との間に高周波電力を印加することによりプラズマを発生させることもできる。

#### 【0031】

【実施例】ここで、炭素含有量を異ならせた高純度窒化アルミニウムセラミックスによりセラミックヒータを製作し、該セラミックヒータを所定の温度に発熱させて熱電対により測温したときの測定データの異常の有無について調べる実験を行った。

【0032】本実験では図1に示す外径200mm、厚み12mmのセラミックヒータ1を製作し、セラミック\*20

\*体2の下面に温度検出手段6として熱電対を挿入固定するための凹部2b(外径2mm、深さ7mm)を穿設したあと、該凹部2bに素線径1mmのK型熱電対(山里産業製)をネジ止めにより接合した。また、セラミック体2を構成する高純度窒化アルミニウムセラミックスのAlN含有量は約99.8重量%とし、また、抵抗発熱体4をタングステン、給電端子5をFe-Co-Ni合金によりそれぞれ形成した。

【0033】そして、これらのセラミックヒータ1を炉内温度が±2℃の加熱炉内に設置し、上記セラミックヒータ1の一方の給電端子5に直流100Vを印加した状態でセラミックヒータ1を200℃に加熱し、加熱炉の温度と熱電対の温度との差が4℃以内であるものを○、4℃以上のものを×として評価した。

【0034】なお、炭素含有量を異ならせた高純度窒化アルミニウムセラミックスの体積固有抵抗値と温度との関係は図4に、実験結果は表1にそれぞれ示す通りである。

#### 【0035】

【表1】

	炭素含有量 PPM	理論密度	嵩比重	相対密度 %	体積固有抵抗 200℃、(Ωcm)	測定 結果
1	84	3.260	3.180	97.5%	7.0E+11	
2	184	3.260	3.188	97.7%	3.0E+11	○
3	267	3.260	3.200	98.2%	9.0E+10	○
4	394	3.260	3.210	98.5%	1.0E+10	○
5	460	3.260	3.217	98.7%	8.0E+08	○
*6	638	3.260	3.214	98.8%	8.0E+07	×
*7	878	3.307	3.268	98.8%	9.3E+05	×
*8	1030	3.278	3.258	99.4%	5.5E+05	×
*9	1345	3.280	3.248	99.6%	9.0E+03	×

\*は本発明範囲外のものを示す。

【0036】この結果、200℃の温度において、窒化アルミニウムセラミックスの体積固有抵抗値が $1 \times 10^8 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上であれば、加熱炉の温度と熱電対の温度との差を4℃以内とすることができ、熱電対からの測定データに異常を生じることなく正確な測温が可能であることが判る。

【0037】そして、200℃以上の温度における窒化アルミニウムセラミックスの体積固有抵抗値を $1 \times 10^8 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上とするためには、図4及び表1より窒化アルミニウムセラミックス中に含有する炭素量を500ppm以下とすれば良く、特に、試料No. 1の炭素量が84ppmのものでは約700℃まで熱電対により正確な測温が可能であることが判る。

【0038】なお、本実施例ではセラミック体2に高純度窒化アルミニウムセラミックスを用いた例のみ示したが、他の絶縁性のセラミックスにおいても炭素量を500ppm以下とすることにより同様の傾向が見られた。

#### 【0039】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、抵抗発

熱体を埋設してなるセラミック体の一主面を載置面とし、該載置面以外の表面に上記載置面の温度を測定する温度検出手段を内挿してなるセラミックヒータにおいて、上記セラミック体を、アルミナ、窒化アルミニウム、窒化珪素、窒化硼素のうちいずれか1種を主成分とし、炭素含有量が500ppm以下であって、かつ200℃以上の温度域における体積固有抵抗値が $10^8 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上である絶縁性セラミックスにより形成したことによって、セラミックヒータを発熱させても温度検出手段に抵抗発熱体から微少な電流が流れることを防ぐことができるため、200℃以上の温度においても載置面の温度を正確にかつ長期間にわたって安定して測定することができる。

【0040】その為、本発明のセラミックヒータを用いれば、載置面の温度を所定の処理温度に常に一定に保つことができるため、例えば、半導体装置の製造工程における成膜装置に用いれば、成膜を繰り返しても常に均質で一定厚みの薄膜を形成することができ、また、エッチング処理に用いれば、エッチングを繰り返しても常に一

定深さに加工することができる。

【0041】しかも、本発明のセラミックヒータは、腐食性の高いハロゲン系ガスやプラズマに対して優れた耐蝕性及び耐プラズマ性を有することから、長期間にわたって使用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)は本発明のセラミックヒータの一例を示す斜視図であり、(b)は(a)のX-X線断面図である。

【図2】(a)は図1のセラミックヒータ中に埋設する抵抗発熱体の発熱パターンの形状を示す図であり、(b)は他の発熱パターンの形状を示す図である。

【図3】本発明のセラミックヒータの他の例を示す縦断面図である。

\*

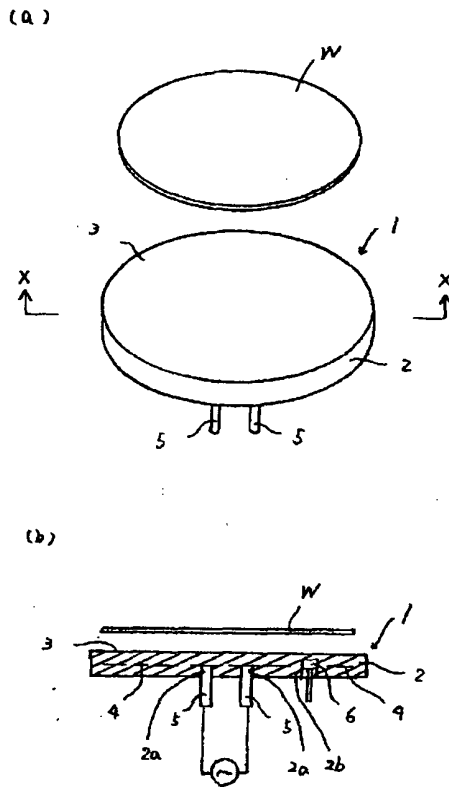
\*【図4】炭素含有量を異ならせた高純度窒化アルミニウムセラミックスの体積固有抵抗値と温度との関係を示すグラフである。

【図5】(a)は従来のセラミックヒータを示す斜視図であり、(b)は(a)のY-Y線断面図である。

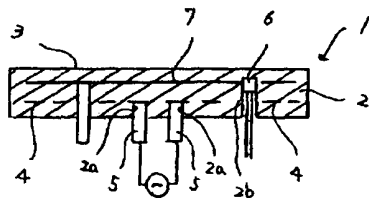
【符号の説明】

- 1, 11・・・セラミックヒータ
- 2, 12・・・セラミック体
- 3, 13・・・載置面
- 4, 14・・・抵抗発熱体
- 5, 15・・・給電端子
- 6, 16・・・温度検出手段
- W・・・被加熱物

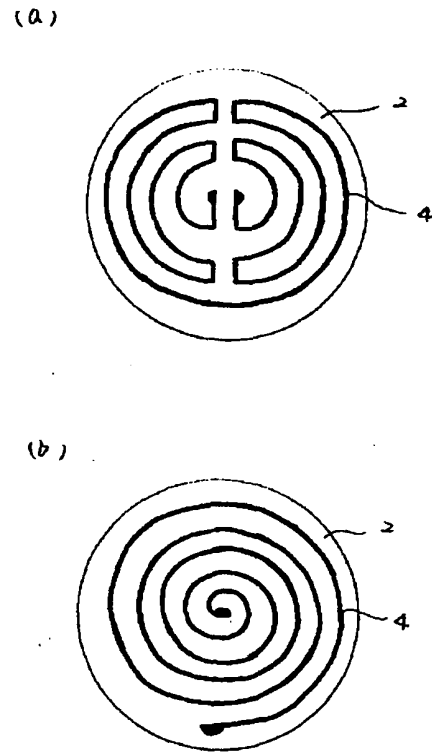
【図1】



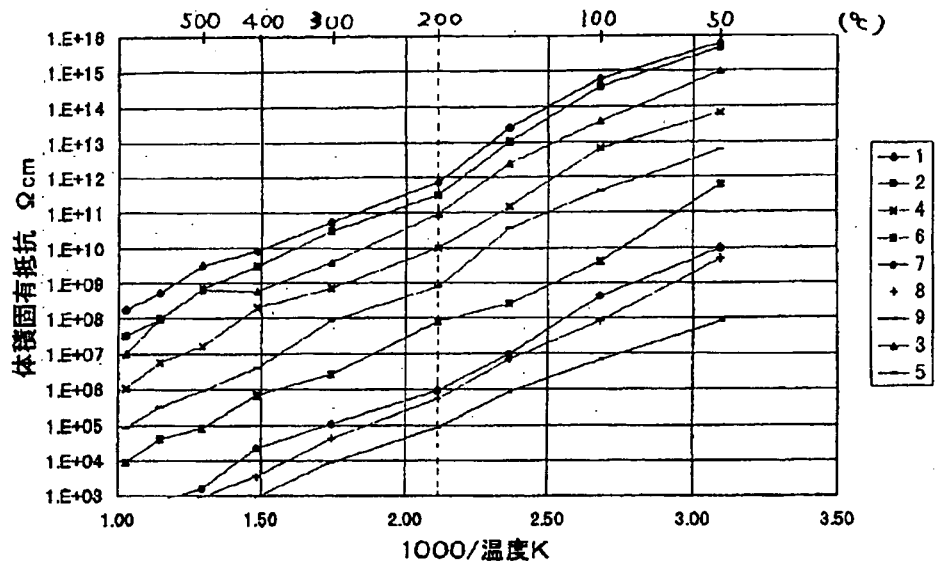
【図3】



【図2】



【図4】



【図5】

